A. Mr. Quevenne
ph. en Chef à l'hop. de la Charité



DE

# L'AMIDON EN GÉNÉRAL

ET DES

## FÉCULES MÉDICINALES EN PARTICULIER.

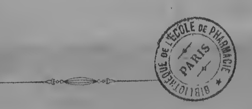
## THÈSE

SOUTENUE A L'ÉCOLE DE PHARMACIE,

LE 8 JUILLET 1845,

**PAR G.-F. MAYET**,

d'Issoudun, département de l'Indre, ex-interne des hôpitaux civils de Paris.




PARIS.

IMPRIMERIE DE FAIN ET THUNOT,

RUE RACINE, 28, PRÈS DE L'ODÉON.

1845.



DE

# L'AMIDON EN GÉNÉRAL

ET DES

## FÉCULES MÉDICINALES EN PARTICULIER.

# THÈSE

SOUTENUE A L'ÉCOLE DE PHARMACIE,

LE 8 JUILLET 1845,

PAR C.-F. MAYET,

d'Issoudun, departement de l'Indre, ex-interne des hôpitaux civils de Paris.




PARIS.

IMPRIMERIE DE FAIN ET THUNOT,

RUE RACINE, 28, PRÈS DE L'ODÉON.

1845.

## PROFESSEURS DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE.

MM. Duméril.
Richard.

---

## ÉCOLE SPÉCIALE DE PHARMACIE.

### ADMINISTRATEURS.

MM. Bussy, Directeur.
Guibourt, Secrétaire, Agent comptable.
Caventou, Professeur titulaire.

### PROFESSEURS.

| | |
|---|---|
| MM. Bussy. | Chimie. |
| Gaultier de Claubry. | |
| Lecanu. | Pharmacie. |
| Chevallier. | |
| Guibourt. | Histoire naturelle. |
| Guilbert. | |
| Guiart. | Botanique. |
| Caventou. | Toxicologie. |
| Soubeiran. | Physique. |

### AGRÉGÉS.

MM. Boudet.
Chatin.
Gobley.
Buignet.
Henry.

Nota. *L'École ne prend sous sa responsabilité aucune des opinions émises par les candidats.*

# A MON PÈRE,

TÉMOIGNAGE DE TENDRE AFFECTION.

C.-F. MAYET.

A MONSIEUR LE D[r] HEURTAULT DU MEZ,

DÉPUTÉ DE L'INDRE,

A MONSIEUR F. BOUDET,

PROFESSEUR AGRÉGÉ A L'ÉCOLE DE PHARMACIE.

HOMMAGE DE RECONNAISSANCE ET DU PLUS PROFOND RESPECT,

C.-F. MAYET.

# DE L'AMIDON.




L'histoire de l'amidon si longtemps négligée a pris dans ces derniers temps un tel développement, par suite des nombreux et importants travaux des chimistes français, qu'il m'a semblé qu'à défaut de mérite, il y aurait au moins quelque utilité à réunir dans une monographie les faits les mieux établis qui se trouvent épars dans un grand nombre de recueils, et à rendre ainsi les recherches plus promptes et plus faciles.

Je me propose de faire connaître d'abord les propriétés physiques et chimiques de l'amidon en général, puis d'appeler l'attention sur les différentes fécules du commerce, en m'attachant spécialement à faire l'histoire naturelle de celles qui sont employées en médecine, et en indiquant autant que possible les caractères qui servent à les distinguer.

## PREMIÈRE PARTIE.

### DE L'AMIDON SOUS LE POINT DE VUE PHYSIOLOGIQUE.

Composition de l'amidon. — Purification. — Différents degrés d'hydratation. — Action de la chaleur sur l'amidon. — Action de l'eau. — De l'empois. — Action du tannin. — De certaines bases. — Des alcalis potasse et soude.

On trouve dans un grand nombre de végétaux une substance dont la composition chimique est toujours identique, mais dont la forme varie suivant les différents végétaux qui la produisent; cette substance c'est l'*amidon*.

On le rencontre dans tous les organes du végétal, dans les *graines* de graminées, dans les *tubercules* de la pomme de terre et du colchique, dans les *racines* du jatropha manihot, dans la *tige* du sagouier, dans les *écorces* du quinquina, de la cannelle, etc.; mais, chose remarquable, il ne se trouve ni dans les tissus à l'état rudimentaire, ni dans l'épiderme, et rarement dans les cellules qui avoisinent ce dernier. Comment expliquer cette anomalie, sinon que, dans le premier cas, l'amidon rendu soluble sous l'influence de la germination n'a pas encore repris ses caractères distinctifs; tandis que dans le second cas, au contraire, une vitalité rendue plus active par l'action de l'air et de la lumière a opéré sur l'amidon une transformation plus complète qui a dépassé le terme où il conserve ses propriétés?

Ne pourrait-on pas considérer, d'après cela, l'amidon comme un état intermédiaire entre le glucose et la cellulose; l'identité de composition élémentaire entre ces substances semble venir à l'appui de cette opinion. Jusqu'à présent on n'est pas parvenu à changer l'amidon en cellulose, parce que nous n'avons pas à notre disposition une force susceptible de remplacer la force végétative; mais on est parvenu, au moins, à désagréger la cellulose assez complétement pour lui communiquer certaines propriétés caractéristiques de l'amidon, entre autres celle de bleuir par l'iode.

La transformation en glucose s'opère, comme nous le verrons, sous l'influence d'un grand nombre d'agents.

Quant aux modifications que l'amidon lui-même éprouve dans ses caractères physiques, elles seraient expliquées par la différence de densité, d'organisation du tissu au milieu duquel il croît et se développe; les conditions de végétation, en effet, ne sauraient être les mêmes entre les globules d'amidon contenus dans un tubercule dont le tissu peu compacte, constamment gonflé d'humidité, n'oppose qu'une faible résistance à leur accroissement, et ceux qui occupent les cellules d'une tige ou d'une graine, où serrés entre eux dans un espace limité ils doivent nécessairement se mouler les uns sur les autres, ou sur les matières étrangères qui les accompagnent dans la cellule.

D'un autre côté, selon qu'ils seront plus ou moins pressés les uns

contre les autres, les granules prendront différentes figures, tantôt polyédriques, tantôt irrégulièrement triangulaires. Ce sont là, en effet, les formes les plus ordinaires qu'affectent les grains de fécule; mais ces formes ne peuvent être toujours constantes, en raison des circonstances diverses qui accompagnent leur accroissement : tantôt, en effet, ce sont des flocons d'albumine végétale ou d'autres substances étrangères qui existent dans le milieu où végètent les granules et qui s'opposent à la régularité de leur développement; d'autres fois c'est la couche externe du granule qui, ayant acquis trop de consistance pour conserver son extensibilité, cède à la force d'accroissement, qui, dans les fécules, s'exerce de dedans en dehors, et crève en formant une espèce de hernie; ces dernières formes ne sont qu'accidentelles, et les fécules fournies par les différents végétaux offrent dans la configuration de leurs granules assez de régularité dans les mêmes espèces pour que ce caractère puisse être regardé comme l'un des meilleurs, quand il s'agit de distinguer les fécules entre elles.

Ces granules vus au microscope paraissent formés de couches de différents degrés de consistance, plus dures à mesure qu'elles se rapprochent davantage de la superficie. Sur l'un des points de la périphérie se trouvent placés un ou plusieurs petits trous appelés *hiles*, par lesquels s'introduit la matière féculente qui sert à leur accroissement, de telle sorte que cet accroissement se fait par l'intérieur des granules, et si l'on songe que le granule lui-même est soumis comme le reste de la plante aux influences végétatives, on se rendra parfaitement compte de la différence de consistance des couches qui le composent.

Quelles que soient les différences physiques qui existent entre les granules d'amidon des diverses plantes, leur composition chimique est toujours identique. Cette composition peut être représentée par :

$$C^{24} H^{20} O^{10}$$

Elle est remarquable par son analogie avec celle du glucose ou sucre de raisin,

$$C^{24} H^{24} O^{12}$$

qui n'en diffère, comme on le voit, que par les éléments oxygène et hydrogène dans les proportions nécessaires pour former de l'eau; or, nous verrons par la suite que l'amidon peut être changé en glucose par un grand nombre d'agents, dont l'un des plus remarquables est sans contredit la diastase; c'est en effet sous son influence que l'amidon contenu dans les graines, dans les tubercules, est tranformé dans l'acte de la germination en glucose, c'est-à-dire en une substance soluble qui, sous ce nouvel état, peut facilement pénétrer dans les canaux du végétal, être entraînée dans la circulation, se mêler aux sucs, et servir ainsi à l'alimentation du nouvel être.

Cette transformation de la fécule en glucose était connue de temps immémorial; c'est sur cette propriété qu'est basée la fabrication de la bière, mais on ignora quel était le principe sous l'influence duquel cette transformation avait lieu, jusqu'à l'époque où MM. Payen et Persoz parvinrent à l'isoler, et lui donnèrent le nom de *diastase*. Nous consacrerons un article spécial à l'étude des propriétés de cette substance et des moyens à employer pour l'obtenir à l'état de pureté; disons dès à présent qu'elle existe dans les semences d'orge, de blé, d'avoine, dans les tubercules de pommes de terre, mais seulement après la germination et à la base des radicelles et des pousses; la nature devait en effet lui assigner cette place comme la plus propre à remplir le but auquel elle la destinait; ajoutons à cela que M. Mialhe assure avoir trouvé la diastase dans la salive, et qu'il explique ainsi la digestion des fécules.

Mais avant que cette transformation soit complète, la fécule a dû passer par un état intermédiaire, état sous lequel elle a le plus grand rapport avec les gommes et qui fournit aux arts et à la pharmacie un produit utile, *la dextrine*, dont nous ferons connaître plus en détail, par la suite, et l'emploi et les propriétés.

Quoique l'amidon ait toujours une composition chimique identique, ce corps ne doit point être regardé comme un principe immédiat de la nature du sucre ou de la gomme, mais bien comme un corps organisé formé d'une enveloppe extérieure et d'une substance soluble intérieure jouissant de propriétés particulières. Leenwenhoeck avait annoncé ce fait dès 1716, et pourtant ce ne fut qu'un siècle après que les chimistes furent

ramenés à cette opinion par les expériences de M. Raspail, qui furent confirmées par celles de M. Guibourt.

M. Guibourt, en broyant de l'amidon à froid, et en le soumettant avec de l'eau sous la lentille du microscope, vit un grand nombre de courants s'établir dans le liquide; il attribua ces courants à l'émission de la matière soluble dépouillée par déchirement de l'enveloppe extérieure qui la protégeait contre l'action de l'eau, et il conclut de ses expériences que l'amidon était formé de deux parties, l'une extérieure insoluble dans l'eau froide, l'autre intérieure soluble, ne différant entre elles que par un degré de cohésion beaucoup plus prononcé dans l'enveloppe extérieure, mais d'une composition chimique identique.

Depuis, M. Guérin-Varry annonça dans l'amidon trois principes différents qu'il nomma amidin, amidin tégumentaire, et amidin soluble, mais cette distinction ne fut pas admise : enfin, en dernier lieu, MM. Payen et Persoz crurent devoir considérer l'amidon comme formé d'un seul et même principe qu'ils désignèrent sous le nom d'*amidone*, recouvert seulement par une enveloppe extrêmement mince sous forme d'épiderme non colorable par l'iode; or cette dernière manière de voir rentre tout à fait dans l'idée émise par M. Guibourt, que les diverses parties de l'amidon possédant la même composition chimique, ne diffèrent entre elles que par la forme et la densité que l'organisation végétale leur a données.

Quoique les procédés d'obtention diffèrent pour certaines fécules, ils sont tous fondés sur les mêmes principes, le déchirement des cellules qui contiennent l'amidon, l'insolubilité de celui-ci dans l'eau, et sa pesanteur spécifique assez considérable qui permet d'en faire le lavage par décantation.

L'amidon, tel qu'on l'extrait des végétaux, n'est pas chimiquement pur; il contient des matières grasses, de la cire, et des substances semblables au caoutchouc dont on le débarrasse difficilement; cependant on peut y parvenir en le faisant bouillir avec une dissolution d'une partie de potasse caustique dans 100 parties d'alcool. L'acide acétique, l'eau chargée d'ammoniaque, étant sans action sur l'amidon, peuvent aussi

être employés à cette purification que l'on achève en lavant la fécule avec de l'alcool pur et de l'eau chauffée à 40 ou 50°. Ainsi obtenu, l'amidon ne doit rien céder à l'eau froide ni à l'alcool ; c'est sous cet état seulement qu'on doit l'employer dans les expériences qui ont pour but l'étude de ses propriétés chimiques.

La fécule purifiée par ce moyen est parfaitement blanche, sans odeur ni saveur, insoluble dans l'alcool et l'éther, inaltérable à l'air.

Au moment où elle vient d'être extraite et lorsqu'elle n'est encore qu'égouttée, mais de manière cependant à ne rien céder à la pression mécanique, elle contient 0,45 d'eau ou à peu près 15 équivalents. Exposée à 20° dans un air presque saturé d'humidité, elle en perd une certaine quantité, et arrive à n'en plus contenir que 0,35 ou 10 équivalents. Enfin, elle peut encore éprouver divers degrés d'hydratation, selon les circonstances de température dans lesquelles on la place ; ainsi, chauffée à 20° dans le vide, elle retient 2 atomes d'eau, et elle n'en retient plus qu'un atome, si on porte et si on soutient pendant plusieurs heures la température à 120° ; cette quantité représente alors l'eau de combinaison intime.

Arrivée à ce point, la fécule est sous la forme d'une poudre extrêmement mobile répandant, si on la tamise, des nuages de poussière, et absorbant rapidement l'humidité au point d'augmenter de plus d'un cinquième de son poids.

Une élévation de température plus considérable aurait pour but de déterminer dans la fécule une transformation qui lui ferait perdre ses caractères distinctifs qu'elle a conservés jusqu'alors sous ses différents états d'hydratation. Cette transformation sous l'influence d'une température croissante est assez remarquable pour qu'il importe de donner quelques détails à ce sujet.

L'amidon sec étant chauffé progressivement et avec précaution jusqu'à 160°, il n'aura perdu ni son aspect ni son insolubilité après son refroidissement à l'air ; mais si peu à peu on laisse la température atteindre 200° et si on la maintient constante au moyen d'un bain d'huile pendant 1/2 heure, l'amidon prendra une couleur légèrement ambrée, les

grains commenceront à s'agglomérer et la plus grande partie sera devenue soluble dans l'eau froide.

La température n'a même pas besoin d'être portée jusqu'à ce terme, si on prend de la fécule dans un certain état d'hydratation; celle qui contient 4 atomes d'eau, par exemple, offrira les mêmes phénomènes à une température moins élevée de 40°; celle qui contient 10 atomes se colorera davantage, mais elle sera plus complétement soluble. Ces réactions auront également lieu et même avec plus de facilité, si au lieu de porter brusquement la température à 160 ou 200°, on empêche la volatilisation de l'eau en plaçant la fécule dans un tube fermé hermétiquement et assez fort pour résister à la dilatation de la vapeur d'eau. On trouve dans le tube, après l'expérience, une masse homogène et diaphane, qui sans aucun doute a éprouvé une fusion complète.

Ainsi, pour résumer l'action de la chaleur sur l'amidon, nous voyons qu'il perd peu à peu tous ses atomes d'eau jusqu'à 120°, où il n'en conserve plus qu'un seul en combinaison; passé ce terme, il change de nature et prend des caractères tout à fait particuliers; mais si telle est l'action de la chaleur seule sur l'amidon, voyons quels sont les phénomènes qu'il nous présente, si on le met en contact avec l'eau en élevant peu à peu la température du liquide.

L'eau froide est sans action sur l'amidon à l'état normal, à moins que, comme l'a démontré M. Guibourt, on ne brise par un moyen mécanique l'enveloppe externe de chaque granule de manière à mettre à découvert la partie interne qui se dissout dans l'eau froide; mais, si on prend la fécule et qu'on la délaye tout simplement dans l'eau, il ne se manifeste aucun phénomène jusqu'à 55°; au-delà de ce terme, les granules d'amidon se crèvent, la matière intérieure se répand dans le liquide, et celui-ci prend une consistance gélatineuse; il se forme alors ce qu'on appelle l'*empois;* or, l'empois n'est autre chose que le résultat de la dilatation des grains de fécule, qui, par l'absorption de l'eau, se sont gonflés au point d'occuper jusqu'à trente fois leur volume primitif, de telle manière que l'espace dans le liquide ayant manqué à leur développement, tous les grains se sont accolés les uns contre les autres et ont communiqué à la masse la consistance gélatineuse qui appartient en propre à chacun d'eux.

Si on étend l'amidon d'une grande quantité d'eau bouillante, le liquide offre alors tous les caractères d'une dissolution; mais cette dissolution n'est qu'apparente, car avec des filtres convenables, on peut en séparer l'amidon. Voici comment M. Payen s'assura de ce fait. Les filtres de nos laboratoires ne pouvant servir à cette expérience délicate, il prit une solution de une partie d'amidon chauffé à 100° dans 10 parties d'eau; il la divisa en deux éprouvettes, dans l'une desquelles il plongea les radicelles d'une bulbe de jacinthe; il vit alors distinctement l'une des solutions rester limpide, tandis que l'autre laissa précipiter sur les radicelles par suite de l'absorption du liquide, un grand nombre de flocons d'amidon qu'il fut facile de reconnaître par l'iode.

Si on chauffe l'empois à 150° au moyen de la machine de Papin, l'amidon semble se dissoudre, mais on voit qu'il se dépose peu à peu des granules qui offrent cela de remarquable, qu'ils ont toujours, quelle que soit la fécule que l'on emploie, le même diamètre que ceux du *Chenopodium Chinoa*, les plus petits que l'on ait observés dans les fécules que nous offre la nature. Dans cet état, la fécule présente encore les mêmes caractères que la fécule ordinaire; mais si l'on dépasse la température que nous venons d'indiquer, c'est-à-dire 150°, il commence à se manifester vers 160° une transformation de l'amidon qui ne bleuit plus par l'iode, mais qui prend d'abord une teinte violette, puis rouge, jusqu'à ce qu'enfin, l'action de l'iode soit tout à fait nulle. C'est qu'alors la transformation en dextrine est complète. Enfin, à 180°, la dextrine elle-même donne naissance à un autre produit, le glucose ou sucre de raisin, qui n'est plus précipité par l'alcool.

Ainsi l'action de la chaleur sur l'amidon est incontestable, elle le désagrège au point de le rendre soluble, soit qu'elle agisse sur lui seul, soit qu'elle agisse sur son mélange avec de l'eau. Cette extensibilité remarquable des granubles d'amidon, conduisit M. Payen à supposer qu'un effet contraire devrait avoir lieu par un abaissement de température. L'expérience confirma cette hypothèse, et il vit que l'amidon chauffé dans 50 à 100 fois son poids d'eau, à des températures variées entre 70° et 100°, jeté sur un filtre, laissa couler un liquide diaphane, incolore, qui soumis à un froid de 10°, puis dégelé, abandonnait

une grande partie de la substance contractée sous forme de flocons volumineux, jouissant des propriétés caractéristiques de l'amidon. L'empois soumis à la même expérience laissa exsuder après avoir été dégelé, toute son eau sous une faible pression, et put donner une sorte de cartonnage susceptible d'être moulé en le laissant égoutter et sécher à l'air.

De Saussure a remarqué le premier, que l'empois abandonné à lui-même, se fluidifie peu à peu, et s'il renferme des matières organiques étrangères, telles que le gluten par exemple; il acquiert une saveur sucrée et finit par devenir acide; la saveur sucrée est le résultat de la production du glucose ou sucre de raisin, l'acide est de l'acide lactique. Cette décomposition peut avoir lieu avec ou sans le contact de l'air. Lorsque la quantité de gluten est plus abondante, la transformation est plus rapide, mais alors il se développe beaucoup d'hydrogène sulfuré, et l'addition d'un alcali y démontre la présence de l'ammoniaque.

Le gluten paraît jouer, dans cette circonstance, le rôle d'un véritable ferment.

Cette action du gluten occasionne une déperdition d'amidon assez considérable pendant la fabrication, par le procédé de fermentation, parce que, avant que tout le gluten ait été désorganisé assez complétement pour permettre à l'amidon de se séparer, une partie de celui-ci a déjà subi la transformation en glucose.

Les liqueurs limpides froides obtenues par l'action de l'eau bouillante sur l'amidon, et celles qu'on obtient en faisant agir l'eau froide sur l'amidon broyé, comme dans l'expérience de M. Guibourt, se troublent par l'addition d'une suffisante quantité d'alcool; le précipité se redissout si on étend d'eau immédiatement la liqueur, tandis que cela n'arrive point, si on laisse l'amidon acquérir par le repos assez de cohésion pour ne plus se redissoudre.

Si la quantité d'alcool employée est assez peu considérable pour rendre seulement la liqueur laiteuse, celle-ci, soumise à l'action de la chaleur, s'éclaircit vers le 65 ou 66° pour se troubler de nouveau par le refroidissement.

Le tannin occasionne dans les dissolutions d'amidon d'abord un trouble laiteux, puis peu à peu il se dépose dans le mélange des flocons

visqueux qui disparaissent par la chaleur; c'est à cette combinaison de fécule et de tannin, qu'il faut attribuer la propriété que possèdent certaines décoctions de substances contenant à la fois du tannin et de la fécule, comme celle du quinquina par exemple, de se troubler par le refroidissement, tandis qu'étant bouillantes, elles étaient parfaitement limpides.

L'amidon possède la propriété de se combiner à plusieurs bases, telles que la chaux, la baryte, l'oxide de plomb; c'est la combinaison avec ce dernier corps qui a servi à M. Berzelius, à déduire la composition de l'amidon; on obtient cette combinaison en versant dans de l'empois très-étendu une dissolution d'acétate de plomb ammoniacal.

La combinaison avec la baryte, offre un phénomène de précipitation remarquable; en effet, le précipité se dépose d'abord en flocons spongieux qui s'attachent aux parois des vases; mais à mesure que la combinaison devient plus intime, la forme spongieuse de l'amidon contracté se détruit, et la dissolution s'effectue dans la même quantité de liquide où la précipitation avait eu lieu.

L'eau de chaux précipite aussi l'amidon; les précipités varient suivant l'état de division ou d'aggrégation de la substance.

Les solutions de sulfate de cuivre, de persulfate de fer, de chlorure de barium ne précipitent pas l'amidon dissous à chaud, refroidi et filtré.

Le sel marin contracte l'amidon hydraté.

Les alcalis caustiques, potasse et soude, même très-étendus, déterminent promptement le déchirement de l'enveloppe externe de l'amidon, sa transformation en dextrine, et par suite en glucose.

## ACTION DES ACIDES SUR L'AMIDON.

**Acide sulfurique. — Sulfo-amidonates. — Acide azotique. — Xyloïdine.**

Jusqu'à présent, nous avons considéré l'amidon sous son point de vue physiologique, nous avons étudié ses transformations sous l'influence de la chaleur sèche ou humide, ses réactions avec les bases, oxyde de plomb, baryte, chaux, potasse, etc.; il nous reste à faire une étude non

moins curieuse, non moins intéressante, celle de ses transformations sous l'influence des acides et de sa combinaison si importante avec l'iode.

Fourcroy et quelques autres chimistes avaient fait remarquer le rapprochement qui existe entre les éléments de l'amidon et ceux du sucre, et ils avaient supposé qu'on parviendrait un jour à opérer cette transformation, mais jusqu'à Kirchoff, ce problème n'avait pas été résolu, c'est à ce chimiste que revient l'honneur d'avoir découvert ce fait si important, car ce fut lui qui démontra la premier la possibilité de transformer l'amidon en sucre, au moyen de l'acide sulfurique.

Les résultats intéressants auxquels pouvait conduire cette nouvelle découverte, engagèrent Vogel à poursuivre les expériences de Kirchoff; il constata qu'au bout de deux heures d'ébullition, une portion de la matière sucrée est déjà formée et que la proportion de deux centièmes d'acide sulfurique donne plus de matière sucrée que celle de un centième indiquée par Kirchoff. Il prouva en outre que l'acide sulfurique n'entrait nullement en combinaison avec la matière sucrée; les expériences de M. Couverchel, confirmèrent plus tard cette opinion et démontrèrent de plus, que l'acide sulfurique ne jouissait pas seul du privilége d'opérer cette transformation, que certains acides végétaux, les acides tartrique, oxalique, sorbique, la partagaient avec lui (l'acide acétique fait exception). Selon M. Payen, l'action de ces acides ne se borne pas à rompre l'enveloppe de l'amidon et à mettre à nu la substance gommeuse, soluble, elle le désorganise complétement en le faisant rentrer dans une classe de composés, jouissant de propriétés toutes particulières.

Il reste à determiner dans quelles circonstances ces acides jouissent le plus efficacement de la propriété d'opérer la transformation de l'amidon en sucre.

Étendus d'eau et à froid, ils n'ont aucune action sur la fécule; l'acide sulfurique est même employé dans les fabriques de sucre d'amidon, pour conserver la fécule à l'état humide et l'empêcher de moisir, mais moyennement concentrés et aidés de la chaleur, ils convertissent l'amidon en dextrine d'abord, puis en sucre de raisin.

Trop concentré, l'acide sulfurique charbonne la fécule en s'échauffant; si on a soin d'éviter l'élévation de température du mélange, en broyant

l'amidon avec l'acide sulfurique, dans un mortier placé dans un bain réfrigérant, l'amidon se change en dextrine, et suivant M. Blondeau de Carolles, l'amidon broyé avec l'acide sulfurique dans les conditions que nous venons d'indiquer, donne, sans que le mélange noircisse, une masse, qui d'abord visqueuse, se liquéfie peu à peu et est susceptible de former avec les carbonates de plomb, de baryte, des sels solubles et cristallisables, qu'il a nommés *sulfo-amidonates*.

Si on ajoute à l'action propre de l'acide sulfurique, l'action oxydante du peroxyde de manganèse, il se dégage beaucoup d'acide carbonique, il se produit de l'acide formique et un principe odorant particulier.

L'acide chromique produit les mêmes effets.

L'acide azotique ne possède pas une action moins remarquable; à l'état ordinaire de concentration, il convertit l'amidon en acide oxalique, c'est même par ce moyen que dans les arts on se procure cet acide, mais si au lieu d'acide nitrique ordinaire, on fait usage d'acide nitrique à 1, 5 de densité, on obtient comme avec la cellulose, un produit particulier, auquel on a donné le nom de *xyloïdine* ou *nitramidine*, qui se précipite par l'eau sous la forme d'une poudre blanc-jaunâtre très-combustible lorsqu'elle a été séchée; c'est précisément en arrêtant l'action de l'acide nitrique concentré sur le papier par son immersion dans l'eau, que l'on précipite à sa surface la xyloïdine déjà formée, et que l'on obtient un papier résistant, assez semblable à du parchemin, très-combustible et inaltérable à l'humidité, qualités qui l'ont fait proposer par M. Pelouze, pour la fabrication des gargousses d'artillerie.

La composition de la xyloïdine est remarquable, elle a pour formule :

$$C^{24} H^{18} O^{10} A_z^{2} O^{4}$$

C'est-à-dire qu'une partie des éléments de l'acide nitrique sont entrés dans sa composition, 1 atome d'oxygène de l'acide nitrique, a formé avec 2 atomes d'hydrogène de l'amidon, 1 atome d'eau, et que l'amidon ayant perdu 2 atomes d'hydrogène, les a remplacés par 1 atome d'acide hypoazotique pour former le composé.

$$C^{24} H^{18} O^{10} A_z^{2} O^{4} = \text{Xyloïdine ou}$$

$$\underset{\text{Amidon.}}{C^{24} H^{20} O^{10}} + \underset{\text{Acide azotique.}}{A_z^{2} O^{5}} = \underset{\text{Xyloïdine}}{C^{24} H^{18} A_z^{2} O^{14}} + \underset{\text{Eau.}}{H^{2}O}$$

La xyloïdine bien lavée est sans action sur les couleurs végétales, elle se colore en jaune par l'iode, l'acide chlorhydrique concentrée la dissout à chaud et l'eau la précipite de cette dissolution, tandis que dissoute dans l'acide sulfurique concentré, elle n'est point précipitée par l'eau; l'acide nitrique la dissout facilement à froid, et par l'ébullition il la transforme en acide oxalique sans acide mucique.

Elle est très-peu soluble dans l'alcool.

## ACTION DE L'IODE SUR L'AMIDON.

Action de la chaleur sur la solution d'iodure d'amidon. — Action de la lumière. — Action des acides tannique, sulfhydrique, des sels, etc.— Préparation de l'iodure d'amidon. — Nature de l'iodure d'amidon.

En 1824, MM. Colin et Gaultier de Claubry découvrirent la propriété si remarquable que possède l'amidon de se colorer en bleu par l'iode; ils regardèrent cette coloration comme une véritable combinaison de l'iode et de l'amidon, qui ne pouvait être décomposée qu'autant qu'elle se trouvait dans les circonstances nécessaires à la formation d'acide iodhydrique. Ils pensèrent, en outre, que la combinaison blanche que l'on obtient en chauffant l'iode et l'amidon avec le concours de l'eau n'était autre chose qu'un sous-iodure d'amidon pouvant reproduire la teinte bleue au contact des acides, qui, jouissant de la propriété d'altérer l'amidon, mettent à nu une certaine quantité d'iode, lequel se reporte sur la portion de sous-iodure non décomposé.

Cette opinion fut contestée à cette époque par Pelletier, qui prétendit que l'iode était uni en nature à l'amidon dans la matière bleue, puisque par des lavages suffisamment prolongés avec de l'alcool bouillant on peut l'en séparer. Ces expériences ont été reprises en 1839 par M. Payen, et nous en ferons connaître le résultat lorsque nous aurons étudié les propriétés de ce composé bleu.

Si dans une liqueur contenant une quantité très-faible d'amidon simplement désagrégé par une chaleur qui n'a pas dépassé 100°, on verse quelques gouttes de teinture d'iode, immédiatement on voit apparaître une belle teinte bleue; mais cette coloration ne résiste pas, comme l'a vu

M. Lassaigne, à une température de + 90° à 100°. A cette température la couleur disparaît pour se manifester de nouveau par le refroidissement de la liqueur. Une application trop prolongée de la chaleur empêche au liquide de reprendre sa couleur; c'est qu'alors une partie de l'iode s'est volatilisée, tandis que l'autre s'est transformée en acide iodhydrique sous l'influence de l'eau.

La liqueur bleue, soumise à l'action directe des rayons solaires, est décolorée en quelques heures : cet effet a également lieu, mais avec beaucoup plus de lenteur, par l'effet de la lumière diffuse. M. Guibourt attribue ces phénomènes aux mêmes causes qui produisent la décoloration sous l'influence de la chaleur, c'est-à-dire volatilisation de l'iode et formation d'acide iodhydrique. Toutefois, dans ces circonstances, l'amidon n'éprouve pas d'altération, puisqu'une petite addition d'iode y fait reparaître la couleur bleue.

A l'abri de la lumière, la liqueur d'amidon bleuie peut se conserver des années entières, à moins qu'elle ne contienne des acides qui, en altérant la nature de l'amidon, le transforment en dextrine qui ne possède plus la propriété de se colorer par l'iode.

Le tannin décolore subitement la solution bleue d'iodure d'amidon en formant dans la liqueur un précipité grisâtre.

L'acide sulfurique amène aussi cette décoloration par suite de la formation d'acide iodhydrique. M. Dupasquier a mis à profit cette réaction pour l'analyse des eaux minérales sulfureuses. On met dans l'eau que l'on veut analyser quelques gouttes d'empois très-clair, et l'on y verse d'une solution titrée de teinture d'iode jusqu'à ce que la coloration produite soit stable. Il est évident que dans cette expérience il se dépose une quantité de soufre proportionnelle à la quantité d'iode employée : il est facile, d'après cela, de calculer la proportion d'acide sulfhydrique qui existait dans l'eau sulfureuse.

Les alcalis, le chlore, le brôme, l'acide sulfureux, l'acide arsénieux, le sublimé corrosif possèdent la propriété d'enlever l'iode à l'iodure d'amidon; tandis que dans une solution incolore d'amidon où l'iode est à l'état de sel, le chlore, le brôme, les acides produisent un effet contraire et

font paraître la couleur bleue, en s'emparant de la base à laquelle l'iode était combiné.

La colle de poisson délayée dans la solution d'iodure d'amidon entraîne ce composé en décolorant la liqueur.

Les acides sulfurique, azotique, chlorhydrique, tous les sels essayés, coagulent l'iodure d'amidon avec plus ou moins d'intensité. Enfin, un simple abaissement de température suffit pour opérer la séparation de l'iodure d'amidon sous forme de flocons volumineux; observons toutefois que les précipitations que nous venons de citer ne peuvent avoir lieu qu'autant que l'amidon, avant son contact avec l'iode, n'a subi aucune de ces modifications profondes qui, en le désorganisant, lui auraient enlevé la propriété de se colorer en bleu intense par l'iode. Une coloration violette, et à plus forte raison rouge, indiquant un commencement de transformation en dextrine, empêcheraient la réalisation de ce phénomène.

Nous venons de voir que l'iodure d'amidon soluble dans l'eau pure ne peut rester en dissolution dans une eau salée ou acide; c'est là tout le secret de sa préparation; l'iodure bleu ayant été produit au moyen d'une solution d'amidon et de la teinture d'iode, on en opère la séparation au moyen d'un sel versé dans la liqueur. On recueille le précipité sur un filtre, on le lave avec de l'eau pure jusqu'à ce qu'elle commence à sortir colorée; on fait sécher le précipité sous une cloche, à côté d'un vase contenant de l'acide sulfurique concentré.

L'iodure d'amidon bien préparé est en masse gommeuse brillante, d'un bleu noir, attirant fortement l'humidité; séché dans le vide à + 150°, il retient sensiblement autant d'eau que l'amidon seul placé dans les mêmes conditions.

Ce composé doit-il être regardé comme un véritable sel dans lequel l'iode et l'amidon seraient combinés en proportions définies ?

Selon M. Lassaigne, il renfermerait 2 at. d'eau pour 1 at. d'amidon; mais dans les expériences que M. Payen a tentées pour vérifier ce fait, il n'a pu arriver à former une combinaison iodurée qui contînt plus de 0,04 d'iode; de plus, en répétant l'expérience dans les mêmes conditions que M. Lassaigne, il a trouvé dans l'iodure d'amidon des cristaux d'iode

libre visibles au microscope; et pourtant, bien qu'en proportions non définies, la réaction intime entre l'iode et l'amidon est telle que sous cette forme l'amidon étant soumis à l'action d'une température croissante peut être soustrait à la désagrégation, perdre avec l'iode son eau de composition et se réduire même en charbon sans se transformer en dextrine.

De plus, une attraction énergique entre ses composants est encore attestée par la stabilité du composé dans l'eau et sa contractibilité sous l'influence des divers agents dont nous avons parlé.

Quelle est donc la force chimique capable de communiquer à l'iodure d'amidon ses propriétés caractéristiques? Cette force, M. Payen la regarde comme étant de la même nature que celle qui fixe les couleurs sur les étoffes dans la fabrication des teintures, et il la définit ainsi : *la résultante de l'attraction d'une particule d'iode sur un groupe de particules amylacées, et non une combinaison d'atome à atome;* de telle sorte que tous les moyens capables d'atténuer les groupes de particules amylacées, diminuent la force d'attraction de ces groupes pour l'iode; de là la dégradation successive de teintes, jusqu'à ce qu'enfin les particules organiques étant complétement disparues, l'amidon ne possède plus la propriété de *fixer* l'iode ou de se *teindre*. La transformation en dextrine est alors complète.

Nous voyons le phénomène inverse se reproduire dans l'acte de la végétation. Dans les premiers temps, alors que la substance amylacée est encore à l'état naissant dans le végétal, elle prend par l'iode une teinte violette; mais à mesure que sous l'influence de la force végétative le granule d'amidon prend plus de cohésion, il acquiert la propriété de bleuir plus fortement par l'iode.

## DE LA DIASTASE ET DE LA DEXTRINE.

Caractères de la diastase. — Sa préparation. — Son action à 0° sur l'empois d'amidon. — Séparation de la dextrine et du glucose. — Caractères distinctifs de l'un et de l'autre. — Découverte de la dextrine. — Sa préparation. — Ses applications. — Bandages dextrinés.

Au commencement de cet écrit, nous avons parlé d'un agent découvert par MM. Payen et Persoz; nous avons vu que cet agent puissant, produit pendant l'acte de la germination, pouvait transformer en dextrine jusqu'à deux cents fois son poids d'amidon; les auteurs de sa découverte lui ont donné le nom de *diastase*, en raison de la propriété qu'il possède de séparer nettement l'amidon par sa transformation en dextrine, des autres principes qui peuvent l'accompagner, albumine, gluten, sucre de canne, ligneux, sur lesquels il est sans action.

Nous avons fait connaître que dans la germination, on le trouve principalement à la base des radicelles et des pousses; il nous reste à étudier maintenant ses propriétés, les moyens de l'obtenir à l'état de pureté, et aussi le produit, c'est-à-dire la dextrine, qui est le résultat de son action sur l'amidon.

A l'état de pureté, la diastase est blanche, solide, amorphe, insoluble dans l'alcool concentré et soluble dans l'alcool faible. Elle est ordinairement accompagnée d'une substance azotée particulière, qu'on peut en séparer par une chaleur de 65 à 75°, qui la coagule et par le sous-acétate de plomb qui la précipite.

On obtient la diastase en soumettant à l'action d'une forte presse un mélange pâteux de farine d'orge germée et d'eau à 25 ou 30°. Le liquide trouble qui s'écoule est filtré et chauffé à 75°, pour en séparer la matière azotée dont nous venons de parler, puis filtré de nouveau; la liqueur contient alors le principe actif la diastase, encore un peu de matière azotée, de la matière colorante et du sucre. On en retire la diastase en y versant de l'alcool anhydre jusqu'à cessation de précipité; on recueille les flocons qui se déposent, et on les fait sécher en évitant toutefois de les exposer humides à une température de 90 ou 100°. La diastase ainsi obtenue n'est

pas d'une pureté parfaite; elle a besoin pour arriver à cet état d'être à plusieurs reprises dissoute dans l'eau et précipitée par l'alcool.

La diastase s'altère promptement dans l'eau; séchée en poudre et renfermée dans des flacons que l'on débouche souvent, elle perd peu à peu son énergie, et finit même au bout de deux ans par subir une altération complète, en conservant cependant son état pulvérulent.

La diastase est sans action sur la gomme arabique, le sucre, la cellulose, une température de 75° favorise beaucoup son action sur l'amidon; cette action se manifeste dans le vide comme à l'air libre. M. Guérin a vu qu'à une température de zéro la diastase pouvait encore saccharifier l'amidon et que l'empois soumis à un froid de 12 à 5° se fluidifiait encore sous l'influence de la diastase, mais qu'alors il ne produisait que de la dextrine sans sucre.

On reconnaît que la réaction de la diastase sur l'amidon est complète, lorsque la liqueur ne se colore plus par l'iode; celle-ci ne contient plus alors que de la dextrine et du glucose, dont on effectue la séparation en traitant le résidu par l'alcool à 80 cent., qui se charge de tout le sucre, tandis que la dextrine, qui ne commence à devenir soluble dans ce liquide qu'autant qu'il marque au plus 45 cent., se rassemble au fond du vase à l'état d'hydrate. Cette séparation est difficile à opérer d'une manière complète; le précipité contient du sucre et le liquide de la dextrine; ce n'est qu'après avoir répété plusieurs fois cette opération et aux dépens d'une partie de la dextrine qu'on parvient à l'avoir à peu près pure.

Voici du reste quelques caractères qui servent à distinguer la dextrine du glucose. La dextrine n'a qu'une saveur fade et mucilagineuse, tandis que le glucose a une saveur sucrée; la levure de bière transforme le glucose en alcool et acide carbonique, sous l'influence de l'eau et d'une température convenable; placée dans les mêmes circonstances, la dextrine ne donne pas d'alcool; c'est elle qui communique à la bière la propriété mucilagineuse, qui rend la mousse persistante en retenant l'acide carbonique.

La dextrine, chauffée à 100° dans de l'eau aiguisée d'un centième d'acide sulfurique, se transforme en sucre de raisin. Enfin, elle possède au plus haut degré la propriété observée par M. Biot, de faire devier à

droite les rayons de lumière polarisée, et c'est cette propriété qui lui a valu son nom de *dextrine*.

La connaissance de ce corps ou plutôt de la matière gommeuse qui a reçu ce nom depuis l'observation de M. Biot, remonte à l'année 1811, époque à laquelle Vauquelin annonça que l'amidon et la farine, *amenés par une chaleur douce jusqu'à la couleur jaune paille, se dissolvent promptement et abondamment dans l'eau froide;* mais il ne détermina pas les résultats chimiques de cette réaction. Bouillon-Lagrange, à cette même époque, conseilla l'application de l'amidon torréfié, pour remplacer la gomme dans la fabrication de l'encre et de quelques teintures en noir. De nos jours, elle est devenue l'objet d'un commerce considérable et remplace avantageusement les gommes dans un grand nombre d'arts.

La dextrine bien pure est insipide, sans odeur, très-transparente, sous forme de plaques minces et à cassure vitreuse lorsqu'elle est bien desséchée ; elle est inaltérable à l'air, l'eau la dissout en grande quantité soit à froid, soit à chaud, et l'alcool la précipite de sa dissolution aqueuse.

L'iode ne la colore point en bleu, les acides la transforment en glucose.

Nous avons vu qu'on pouvait l'obtenir en soumettant l'amidon à diverses influences. L'élévation de température, les acides moyennement concentrés, la diastase sont autant de moyens qui pourraient servir à obtenir la dextrine, mais dans les arts où la dextrine n'a pas besoin d'être parfaitement pure, voici le procédé que l'on suit généralement comme le plus économique. On prend, par exemple, 1000 kilog. de fécule, 2 kilog. d'acide azotique et 300 kilog. d'eau, on mélange bien le tout et le soumet, soit dans une étuve, soit dans un brûloir, à une légère torréfaction ; au bout de très-peu de temps toute la fécule est à peu près transformée en dextrine plus ou moins colorée.

Indépendamment des circonstances où la dextrine peut remplacer la gomme, elle est encore employée à l'état de sirop dans certaines préparations alimentaires soit pour édulcorer les tisanes, soit pour fabriquer les pains dits de dextrine.

Pulvérulente, ses usages ne sont pas moins nombreux, nous nous contenterons de citer l'emploi qu'en fait la chirurgie dans l'application des bandages dextrinés, et nous ajouterons quelques observations qui

s'appliquent avantageusement à la construction de ces appareils. M. Félix Darcet conseille d'employer 100 gr. de dextrine, 60 gr. d'eau-de-vie camphrée, et de délayer promptement; l'opération s'exécute facilement parce que la dextrine ne s'hydrate que peu à peu en enlevant de l'eau à l'alcool; au bout de cinq minutes, lorsque le mélange a acquis la consistance de miel, on ajoute 40 gr. d'eau, afin de ramollir un peu la pâte.

Cette opération réussit facilement lorsqu'on emploie des doses convenables de chaque partie du mélange, mais comme la plupart du temps les chirurgiens, au lit du malade, n'ont pas de mesures à leur disposition, l'opération est souvent manquée soit par une addition trop considérable d'eau de-vie camphrée qui précipite la dextrine à l'état pulvérulent, soit par une affusion d'eau plus grande qu'il est nécessaire, l'opérateur n'étant pas guidé par la consistance du mélange qui ne se développe d'une manière exacte qu'après l'hydratation complète de la dextrine; or, ce phénomène dépend de plusieurs circonstances, entre autres de la température de l'eau, de la cohésion de la dextrine, et l'on ne saurait l'astreindre à l'espace limité de quelques minutes. J'ai eu souvent occasion à l'hôpital des Enfants, dans le service de M. Guersant fils, de préparer des bandages dextrinés. Voici le moyen qui m'a le mieux réussi : au lieu d'employer de l'eau-de-vie camphrée, je délaye tout simplement la dextrine dans une quantité d'eau à 30° ou 40° suffisante pour former une pâte assez ferme d'abord, que j'étends ensuite de la quantité de liquide nécessaire pour l'amener à la consistance d'un sirop épais. Il est facile ici de juger exactement de la quantité d'eau que l'on doit ajouter, parce que la dextrine prend immédiatement la consistance qu'elle doit conserver, l'alcool ne s'opposant pas à son hydratation. Il est vrai qu'il se forme par ce moyen plus de grumeaux au premier abord, mais en remuant circulairement la pâte lorsqu'elle est encore un peu ferme et n'ajoutant l'eau que peu à peu, ils disparaissent facilement; l'addition de l'eau-de-vie camphrée employée aussi, dit-on, pour favoriser la dessiccation de l'appareil ne m'a pas semblé, sous ce rapport, tellement avantageuse qu'elle ne pût être supprimée sans inconvénient, le bandage gagnant à cette suppression beaucoup plus de solidité.

# DEUXIÈME PARTIE.

## DES FÉCULES MÉDICINALES.

Amidon de blé. — Fécule de pomme de terre.— Arrow-root. — Sagou.— Tapioka , etc.

Dans la première partie de ce travail, nous nous sommes attaché spécialement à faire connaître toutes les réactions chimiques que l'amidon est susceptible d'éprouver sous l'influence de divers agents, nous sommes entré dans quelques considérations physiologiques dont la connaissance était indispensable pour bien saisir l'action des réactifs. Dans cette seconde partie de la tâche que nous avons entreprise, nous nous proposons de présenter l'ensemble des caractères physiques, à l'aide desquels on peut distinguer les différentes fécules les unes des autres. Mais, nous nous attacherons particulièrement à donner quelques détails sur les espèces qui sont employées en pharmacie.

### AMIDON.

Pour le chimiste, amidon et fécule ne désignent pas deux substances différentes, mais dans le commerce on entend toujours par amidon la matière amylacée, formée par la semence des céréales, et par fécule proprement dite, celle qui est retirée de la pomme de terre.

A la simple vue, l'amidon de blé est d'un blanc mat et parfait, très-doux au toucher, adhérent fortement aux doigts sous la forme d'une poudre impalpable; au microscope, il présente des caractères tellement particuliers, qu'il est très-facile à distinguer des autres fécules. Ses globules sont presque tous sphériques ou lenticulaires à rebords arrondis

d'un volume infiniment variable; les plus gros n'atteignent jamais la grosseur de ceux de la fécule de pomme de terre. C'est de tous les amidons, celui qui présente le plus d'irrégularité dans le volume de ses globules, mais en même temps le plus de régularité dans leur forme; ils sont d'autant moins déprimés et approchent d'autant plus des formes de sphéroïdes ou d'ellipsoïdes, qu'ils sont plus jeunes et de plus petites dimensions. Le hile, dans cette sorte de fécule, est très-difficile à discerner.

Cet amidon possède une odeur particulière, qui, dans beaucoup de cas, peut servir à le faire distinguer.

Sous un même volume, il forme avec l'eau bouillante un empois plus consistant que la fécule de pomme de terre.

Deux procédés sont en usage dans les arts pour préparer l'amidon : par l'un, une fermentation longue en altérant profondément le gluten et le rendant plus soluble, permet d'en tirer l'amidon par lavage et décantation ; le second procédé est basé sur une action toute mécanique : on évite ainsi l'emploi de la fermentation putride, l'insalubrité qui en est le résultat et on en retire le gluten inaltéré ; il est inutile d'ajouter que c'est ce dernier procédé qui mérite la préférence ; cependant comme le premier est applicable dans quelques circonstances aux farines avariées, nous en dirons quelques mots.

On emploie à cet usage les graines des céréales, et particulièrement celles de l'orge. Après les avoir réduites en farine grossière, on les délaye dans les eaux sûres, provenant d'une opération précédente et que l'on désigne sous le nom d'*eaux sûres des amidonniers ;* on élève la température à 15° ou 18° et on la maintient à ce point pendant 20 ou 30 jours, temps ordinairement suffisant pour terminer la fermentation. On jette alors le tout sur un tamis de fer placé au-dessus d'un réservoir; l'amidon passe avec l'eau et une partie du gluten altéré, le tamis retient une certaine quantité de matières organiques, une grande partie de ces mêmes matières accompagnent l'amidon, mais celui-ci, en raison de sa pesanteur spécifique plus considérable, gagne promptement le fond des tonneaux. On le débarrasse d'une portion assez considérable de matières étrangères, en enlevant avec une pelle la superficie, puis on le lave à

grande eau par repos et décantation ; après trois ou quatre lavages successifs, l'amidon est assez pur pour être séché.

La dessiccation doit être faite le plus promptement possible ; la température élevée graduellement, ne doit point dépasser dans le commencement 40°, mais elle peut ensuite sans inconvénients, être portée jusqu'à 60° et même 80°.

Quand la dessiccation a été bien ménagée, on remarque que la pâte se divise en prismes quadrilatères irréguliers ; c'est à cette sorte d'amidon que l'on donne le nom d'*amidon en aiguilles*.

Cette agglomération des particules de l'amidon est due à la matière gélatineuse sortie des granules qui ont été brisés par les meules ou par l'échauffement pendant la fermentation, et que les lavages n'ont point enlevés complétement ; aussi remarque-t-on que la fécule de pomme de terre, étant obtenue par des procédés dans lesquels les granules n'ont pas été soumis à l'écrasement, est toujours pulvérulente.

La seconde manière de préparer l'amidon de blé, consiste à faire une pâte très-ferme avec la farine et à laver cette pâte sous un ou plusieurs filets d'eau, jusqu'à ce que le liquide sorte transparent. Si l'on a soin de le placer au-dessus d'un tamis, les portions de gluten échappées de la pâte sont arrêtées, et l'amidon seul passe entraîné par l'eau ; comme dans le procédé précédent, l'amidon est lavé à plusieurs reprises par repos et décantation. En opérant de cette manière, on évite l'insolubilité qui est toujours la conséquence de la fermentation putride ; on a d'ailleurs l'avantage d'obtenir une quantité d'amidon plus considérable, et de recueillir le gluten que l'on peut employer à la fabrication des pâtes féculentes, telles que le vermicelle, le macaroni, et qui a reçu tout récemment une nouvelle application de la plus haute importance. MM. Véron frères, de Poitiers, viennent de présenter à la société d'Encouragement pour l'industrie nationale, une nouvelle préparation alimentaire à laquelle ils ont donné le nom de *gluten granulé*. M. Payen, chargé de faire un rapport sur cette substance, a reconnu qu'elle renfermait avec les principes immédiats azotés du froment (glutine, albumine, caséine, fibrine) des matières grasses en proportion double au moins des farines blanches, qu'elle contenait en outre de l'amidon, des phosphates, et enfin qu'*on*

*pouvait définir la nature de cet aliment réellement complet en le comparant à la viande qui serait unie à du pain ;* on conçoit de suite l'importance de ce produit et la nécessité de ne pas le perdre par la fermentation.

### FÉCULE DE POMME DE TERRE.

La fécule de la pomme de terre ( *solanum tuberosum* ) se distingue des autres fécules, même à la simple vue, par la grosseur de ses grains, par leur apparence nacrée, par le cri qu'elle fait entendre lorsqu'on la presse entre les mains.

Examinés au microscope, ses granules sont beaucoup plus gros que ceux de l'amidon de blé et d'un volume plus constant, leur forme est plus particulièrement ovoïde ou obscurément triangulaire, ressemblant assez à une écaille d huître par ses couches concentriques plus prononcées que dans les autres fécules. On observe sur les grains vieux ou très-volumineux qui se rencontrent surtout dans les tubercules arrivés à leur maximum de développement, des déchirures spontanées qui partent généralement du hile. C'est dans la variété de pomme de terre, dite *de Rohan*, qu'on rencontre les grains de fécule les plus gros qui aient été observés jusqu'à présent.

La préparation de la fécule de pomme de terre est des plus simples et des moins coûteuses ; il suffit de râper le tubercule par un moyen quelconque, de placer cette pulpe sur un tamis et de laver jusqu'à ce que l'eau n'entraîne plus de fécule ; celle-ci se dépose au fond des tonneaux, avec d'autant plus de facilité que les granules sont lourds et volumineux. Quelques lavages suffisent pour la débarrasser complétement de matières étrangères (1).

---

(1) Mais pourquoi les pommes de terre gelées donnant un produit moindre de quelques centièmes seulement qu'avant leur congélation, ne fournissent-elles plus après le dégel que le quart à peine de la proportion ordinaire de fécule ? M. Payen a cherché l'explication de ce fait, et il a vu que dans les tubercules dégelés les cellules n'offraient plus assez de résistance pour être entamées ou déchirées par les râpes, et qu'un grand nombre d'elles demeureraient intactes sur les tamis avec le résidu pulpeux, renfermant encore dans leur intérieur tous leurs granules de fécule.

Depuis quelque temps, la fécule a reçu dans les arts un si grand nombre d'application, qu'elle est devenue l'objet d'une branche d'industrie très-importante; c'est elle en effet qui sert à confectionner les produits alimentaires connus sous les noms de semoule, tapioka factice, etc.; et si nous ajoutons que c'est encore avec elle que sont fabriqués la dextrine, le sucre de raisin, on pourra peut-être arriver à se former une idée des quantités considérables de fécule qui sont employées aujourd'hui.

Le bon marché auquel le commerce fournit la fécule a quelquefois engagé des gens peu scrupuleux à la mélanger soit à la farine de blé, soit à d'autres fécules exotiques.

M. Gobley a donné comme moyen de connaître ces fraudes, les colorations diverses qu'éprouvent quelques fécules pures ou mélangées lorsqu'on les expose à la vapeur d'iode; voici le tableau des principales :

| | |
|---|---|
| Amidon pur. . . . . . . . . . . . . . . . | couleur violacée. |
| Fécule de pomme de terre. . . . . . . . . | gris tourterelle. |
| Arrow-root vrai. . . . . . . . . . . . . . . | café au lait clair. |
| Arrow-root avec un quart d'amidon. . . . | lilas gris. |
| — factice. . . . . . . . . . . . . | gris tourterelle. |
| Tapioka vrai entier. . . . . . . . . . . . . | grains jaunâtres. |
| — pulvérisé. . . . . . . . . . . . . . | couleur chamois. |
| — mêlé avec un quart d'amidon. . . | violacée. |

La facilité avec laquelle on peut faire ces essais ne laisse pas que d'accroître encore le mérite de ces caractères, mais qu'il nous soit permis de dire que, soumis à l'expérience comparativement avec ceux qui sont fournis par le microscope, ils n'ont pas donné des indices d'une certitude aussi complète que cet instrument.

### ARROW-ROOT.

Cette fécule a été importée en Europe par les Anglais, ils la tirent de la Jamaïque où la plante qui la fournit fut cultivée d'abord à cause de sa

beauté et de la réputation qu'elle possède à tort ou à raison, de guérir les blessures faites par les flèches empoisonnées; de là lui est venu son nom d'*arrow-root* ou *flèche-racine*.

Il existe dans le commerce deux sortes d'arrow-root; l'un nous arrive de l'Inde; on lui donne plus particulièrement le nom d'indian arrow-root; l'autre provient de la Jamaïque, où il est produit par la racine du *maranta arundinacea* de Plummier et de Linné, tandis que celui de l'Inde est fourni par le *curcuma angustifolia* de Roxburgh.

Suivant M. Guibourt, leurs fécules n'offrent aucune différence appréciable, elles paraissent moins blanches que l'amidon de blé, en raison de leur moins grande ténuité et de leur transparence plus parfaite.

Vu au microscope, l'arrow-root se distingue facilement de l'amidon et de la fécule de pommes de terre; les granules qui le composent, ont a peu près la même forme que ceux de la fécule; mais ils sont moins volumineux, ils sont d'ailleurs sensiblement égaux entre eux, tandis que l'amidon offre des granules très-irréguliers.

L'arrow root en masse, fait entendre sous le doigt ce froissement qui caractérise les fécules; celui que l'on trouve dans le commerce, est souvent en masses agglomérées qui cèdent à la moindre pression. Dans le pays, on se procure l'arrow-root par les mêmes procédés qui nous servent à retirer la fécule de pomme de terre.

On est dans l'usage en pharmacie, de faire subir à l'arrow-root de nouveaux lavages, et de le retamiser après l'avoir fait sécher. Il perd par cette opération environ un seizième de son poids; c'est cet arrow-root que l'on désigne alors sous le nom d'arrow-root purifié.

### SAGOU.

Cette fécule est produite par plusieurs palmiers, tels que :

L'areca oleracea,
Phenix farinaria,
Arenga saccharifera.

Mais ce sont principalement les vrais sagouiers appartenant au genre *sagus*, qui fournissent le sagou.

On retire cette fécule de la moelle que l'on arrache du tronc de ces arbres après l'avoir coupé par quartiers. Cette moelle est alors délayée dans l'eau et lavée sur un tamis jusqu'à ce que le liquide n'entraîne plus de fécule; celle-ci se dépose au fond des récipients, on la recueille et on la fait sécher à l'ombre. C'est sans doute à un lavage incomplet qu'on doit attribuer la coloration de certains sagous du commerce, plutôt qu'à l'action de la chaleur; cependant il paraît certain que cette fécule a subi une légère torréfaction à l'époque où elle contenait encore un peu d'humidité: cette certitude, on la tire des modifications de forme ainsi que de la dilatation du hile qui sont une conséquence de l'élévation de température. Dans tous les cas, cette température ne paraît pas avoir été fort élevée, car on trouve dans le sagou un grand nombre de grains *tout entiers* et l'eau froide n'en dissout presque rien.

M. Planche a publié sur les sagous des observations très-intéressantes. Il en fait remonter l'introduction en France à l'année 1734. Les espèces qu'il a eu occasion d'étudier, sont au nombre de six.

La première provient des îles Maldives.
La seconde de Sumatra.
La troisième de la Nouvelle-Guinée.
Les trois autres des îles Moluques.

Le sagou des Maldives, est sous forme de grains arrondis ou ovoïdes, d'une dureté considérable, dont le diamètre varie depuis 1 jusqu'à 5 millimètres; les uns sont d'une couleur uniforme de terre cuite dans toute leur surface, les autres n'offrent cette couleur que d'un côté seulement avec une dégradation très-marquée de la même teinte du côté opposé, d'autres en plus petit nombre sont presque blancs.

Le sagou de Sumatra est en grains très-arrondis de 1 à 2 millimètres de diamètre, les uns tout à fait blancs, les autres d'un blanc jaunâtre sale.

Le sagou de la Nouvelle-Guinée ressemble parfaitement au sagou débité à Paris sous le nom de sagou d'Allemagne; les grains de ce sagou ont

la forme et le volume de celui des Maldives, mais leur couleur dominante est le rouge brique ; quelques grains ont une couleur plus pâle, d'autres ont une teinte blanc sale. Ce sagou est excessivement difficile à réduire en poudre.

On trouve encore trois autres espèces de sagou originaires des Moluques : l'une, appelée aussi *sagou gris*, porte plus exclusivement le nom de *sagou des Moluques,* tandis que les deux autres espèces sont désignées sous le nom de *sagou rose* et de *sagou blanc de l'Inde.*

Le sagou gris est en grains arrondis, mais moins réguliers que dans les espèces précédentes, de 1 à 3 millimètres de diamètre, d'une couleur fauve pâle tirant un peu sur le gris.

La variété de sagou connue sous le nom de sagou rose est facile à reconnaître à sa teinte d'un gris rosé et à la petitesse de ses grains, dont les plus volumineux n'ont pas au delà d'un millimètre de diamètre ; c'est le plus dur qui ait été examiné jusqu'ici après celui de la Nouvelle-Guinée.

Enfin, M. Planche croit pouvoir assurer que le sagou blanc vient réellement des Moluques, et il paraît probable qu'il n'est autre chose que le sagou Maputi, l'espèce la plus blanche et la plus estimée à Amboine, d'après Rhumphius et M. Lesson.

Nous ajouterons à ces observations que la plus grande partie du sagou qui se trouve actuellement dans le commerce provient d'Otaïti, où il est fourni par le *tacca pinnatifida.*

La fécule extraite du sagouier cultivé au Jardin du Roi a présenté à M. Payen une configuration particulière ; beaucoup de grains affectent sensiblement dans leur volume la forme d'un hémisphère, tandis que l'autre moitié du même grain est polyédrique.

Le sagou vrai est souvent falsifié dans le commerce par des sagous fabriqués avec la fécule de pomme de terre ; cette fraude se reconnaît par la facilité avec laquelle ce faux sagou se dissout dans l'eau bouillante.

TAPIOKA, COUAQUE, CASSAVE, MOUSSACHE OU CIPIPA.

Les préparations que l'on emploie sous ces différents noms proviennent toutes de la racine du *jatropha manihot*, arbrisseau appartenant à la famille des euphorbiacées. Elles diffèrent entre elles par le mode d'obtention. Une des conditions indispensables, c'est qu'elles aient subi l'action de la chaleur ou de la fermentation, car le suc de la racine récemment exprimé est un horrible poison; ses propriétés vénéneuses qui, d'après l'analyse que M. Henry a faite de cette substance, sont dues à l'acide prussique, se dissipent facilement sous l'influence des deux agents que nous avons cités.

Le jatropha manihot est originaire des Antilles et de la Guyane. Voici le mode opératoire employé dans ces contrées pour retirer les différents produits qui sont fournis par cette plante. On réduit la racine en pulpe au moyen d'une râpe; on la soumet à l'expression dans un sac de palmier long et étroit assez élastique pour pouvoir s'allonger et se rétrécir. On place à la base de ce sac un vase assez lourd qui sert à la fois à exprimer le suc et à le recevoir. Lorsque celui-ci s'est écoulé, on fait sécher le résidu et on le pulvérise. C'est à cette poudre que l'on donne le nom de *farine de manioc*. Elle sert par son mélange avec la farine de froment à faire le pain connu à Madagascar sous le nom de *cassave*.

Le suc en s'écoulant entraîne avec lui une assez grande quantité de fécule qui, parfaitement lavée et séchée, donne la *moussache* ou *cipipa*. Celle-ci à son tour est soumise à une nouvelle opération; on la place sur des plaques chauffées; les grains se crèvent, s'agglomèrent et forment le *tapioka*.

La moussache vue au microscope est remarquable par l'égalité de volume de ses granules.

Le tapioka est en grumeaux très-durs, irréguliers, plus ou moins gros, garnis d'aspérités.

On prépare en France une espèce de tapioka avec de la fécule de pomme de terre. On reconnaît cette sophistication en soumettant com-

parativement à l'action de l'eau froide ces deux sortes de tapioka, le vrai étant en partie soluble dans ce véhicule, son solutum filtré à travers plusieurs papiers bleuit toujours par l'iode, ce qui n'a point lieu avec le faux tapioka.

Le vrai tapioka fournit avec l'eau bouillante une sorte d'empois qui jouit d'une transparence et d'une viscosité particulière; par une longue ébullition, il laisse un résidu insoluble qui se précipite facilement.

La solubilité partielle de tapioka dans l'eau froide présente tous les caractères de celle obtenue du sagou. Cette identité de caractères semble être une preuve de plus de l'emploi de la chaleur si contestée dans la préparation du sagou, car personne ne met en doute que le tapioka n'ait été soumis à une élévation de température.

### DU SALEP.

Le salep regardé par quelques personnes comme une substance féculente est un bulbe fourni par plusieurs plantes de la famille des Orchidées, l'*orchis mascula*, l'*orchis morio*, l'*orchis bifolia*. Il nous arrive séché de la Turquie, de la Natolie, de la Perse, enfilé sous forme de chapelets en petites bulbes de grosseurs très-différentes, depuis celle d'un pois jusqu'à celle d'une grosse fève, d'une couleur grisâtre, d'une odeur ayant quelque rapport avec celle du mélilot, d'une saveur mucilagineuse et un peu salée.

On prépare le salep en Orient, en plongeant les bulbes d'orchis dans l'eau bouillante après les avoir mondés de leur épiderme, et lavés. On les sèche en suspendant les chapelets au soleil; le salep paraît en effet avoir subi une dilatation assez considérable, car les nombreuses aspérités qu'il présente, semblent être le résultat du raccornissement qu'il a éprouvé par la perte d'une assez grande quantité d'humidité.

Geoffroy a tenté diverses expériences dans le but de s'assurer de la possibilité de remplacer les bulbes du salep d'Orient par nos orchis indigènes, et il est parvenu, en suivant le procédé que nous avons décrit, à obtenir un salep en tout semblable à celui des Orientaux.

Dans la fécule du salep les grains vus au microscope sont généralement ovoïdes plus ou moins irréguliers, le hile est situé sur le gros bout du grain. Dans un grand nombre de ces petits tubercules, tous les grains de fécule sont soudés et offrent des masses amorphes qui remplissent les cellules.

M. Caventou a publié quelques résultats intéressants qu'il a obtenus de la réaction de l'eau sur le salep. Le salep réduit en poudre se délaye facilement dans l'eau froide et forme avec elle une sorte d'empois demi-liquide et translucide, cet empois étendu d'eau et filtré donne une liqueur gommeuse transparente d'une saveur légèrement salée. La matière qui reste sur le filtre a une apparence gélatineuse, elle est insoluble dans l'eau, soit à froid, soit à chaud, mais elle augmente considérablement de volume.

De cette expérience et de quelques autres que le cadre que nous nous sommes imposé ne nous permet pas de rappeler en détail, M. Caventou conclut que le salep est formé d'*un peu* de gomme, de *beaucoup* de bassorine et de *très-peu* d'amidon ; cependant, suivant M. Guibourt, à l'état de tubercule récent, le salep contient *une grande quantité* d'amidon dont les granules colorés par l'iode et vus au microscope, sont d'un beau bleu-ciel, sphériques ou elliptiques, d'une grosseur assez régulière et se rapprochant de celle des gros grains d'amidon de blé.

Quelques expériences tentées dans le but de concilier ces deux opinions si différentes, nous permettront peut-être plus tard de nous prononcer.

Tels sont les faits qui m'ont paru le mieux résumer l'ensemble de nos connaissances sur l'amidon; nous avons considéré cette substance au premier moment où sa présence peut être constatée dans les végétaux ; nous l'avons suivie dans ses développements, et nous avons cherché à expliquer les nombreuses transformations qu'elle subit sous l'influence des agents chimiques et physiques ; nous avons ensuite exposé les caractères qui peuvent servir à distinguer les fécules entre elles.

Ce travail est bien incomplet sans doute ; mais l'histoire de l'amidon, quelque avancée qu'elle soit, laisse encore des lacunes qu'il serait impor-

tant de combler. J'ai entrepris quelques expériences dans ce but, j'espère plus tard en donner le résultat.

En terminant, qu'il me soit permis d'en appeler à la bienveillance de mes juges et de réclamer toute leur indulgence.

C. F. MAYET.

Vu et approuvé pour l'impression,

G. GUIBOURT,
*Professeur à l'École de pharmacie.*




PARIS — IMPRIMERIE DE FAIN ET THUNOT,
Rue Racine, 28, près de l'Odéon.